

Family list**4** family members for: **JP8167572**

Derived from 2 applications

- 1 Method for producing semiconductor devices, and crystal growth promoters**
Inventor: YAMAZAKI SHUNPEI (JP); MIYANAGA AKIHARU (JP) **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)
EC: **IPC:** H01L21/20; H01L21/00; H01L21/02 (+8)
Publication info: CN1090813C C - 2002-09-11
CN1132409 A - 1996-10-02
- 2 MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE AND CRYSTAL GROWTH PROMOTER**
Inventor: YAMAZAKI SHUNPEI; MIYANAGA SHOJI **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB
EC: **IPC:** H01L21/20; H01L21/00; H01L21/02 (+11)
Publication info: JP3418647B2 B2 - 2003-06-23
JP8167572 A - 1996-06-25

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE AND CRYSTAL GROWTH PROMOTER

Patent number: JP8167572
 Publication date: 1996-06-25
 Inventor: YAMAZAKI SHUNPEI; MIYANAGA SHOJI
 Applicant: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB
 Classification:
 - international: H01L21/20; H01L21/00; H01L21/02; H01L21/336; H01L27/12; H01L29/786; H01L21/00; H01L21/02; H01L27/12; H01L29/66; (IPC1-7): H01L21/20; H01L21/336; H01L27/12; H01L29/786
 - european:
 Application number: JP19940331608 19941209
 Priority number(s): JP19940331608 19941209

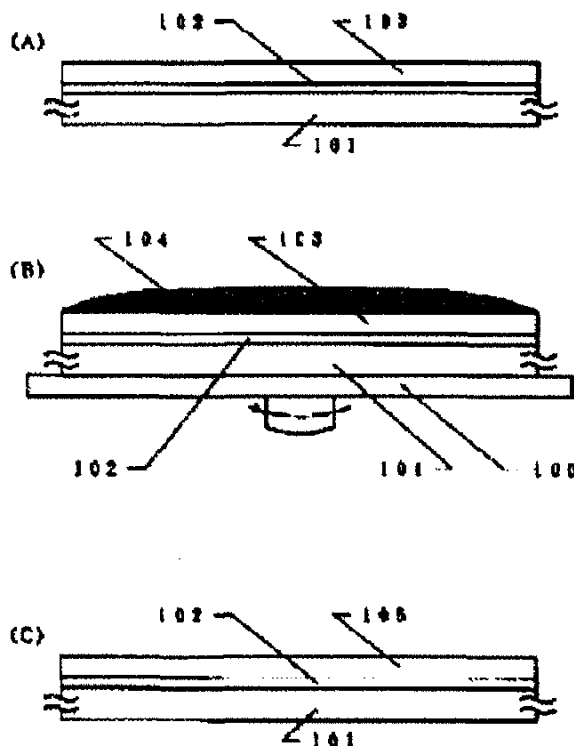
Also published as:

CN1132409 (A)
 CN1090813C (C)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP8167572

PURPOSE: To accurately control the dosage of introduced metal element which promotes amorphous silicon in crystallization by a method wherein solution which contains metal element that promotes silicon in crystallization and surface-active agent is applied onto the surface of an amorphous silicon film, and the amorphous silicon film is thermally treated to be crystallized. **CONSTITUTION:** A silicon oxide film 102 is formed as a base film on a glass substrate 101 through a sputtering method. An amorphous silicon film 103 is formed thereon through a CVD method, and solution composed of nickel acetate solution which contains Ni element and 1vol% of surface-active agent whose main component is higher alcohol nonionic surface-active agent is applied onto the amorphous silicon film 103 to form a solution film 104. The amorphous silicon film 103 is formed into a crystalline silicon film 105 by thermal treatment. By this setup, metal element which is introduced to promote amorphous silicon in crystallization coming into contact with the amorphous silicon film 103 is capable of being accurately controlled in dosage.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-167572

(43) 公開日 平成8年(1996)6月25日

(51) Int. Cl. ⁶

H01L 21/20

27/12

29/786

21/336

識別記号

R

9056-4M

F I

H01L 29/78

627

G

審査請求 未請求 請求項の数44 F D (全18頁)

(21) 出願番号

特願平6-331608

(22) 出願日

平成6年(1994)12月9日

(71) 出願人

000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者

山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者

宮永 昭治

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

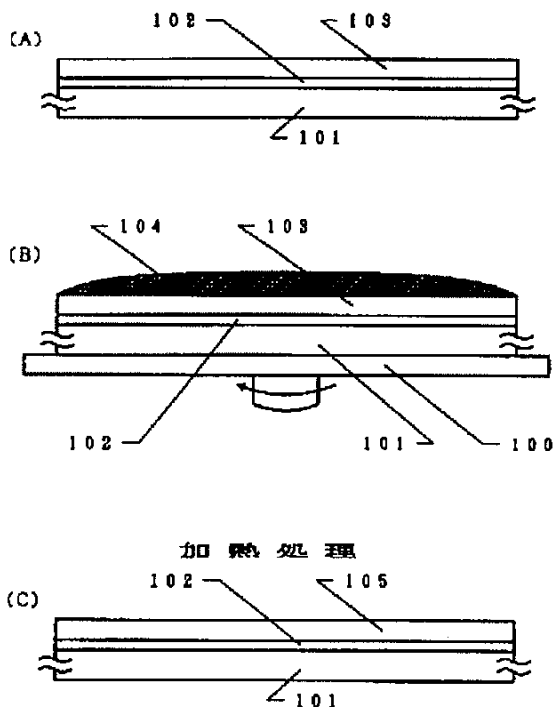
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 半導体装置作製方法および結晶成長促進剤

(57) 【要約】

【目的】 非晶質珪素膜の結晶化を従来より低温度で行う。

【構成】 非晶質珪素膜103の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ溶液104を塗布し、加熱により結晶性珪素膜105を得る。この際、上記溶液104に界面活性剤を添加する。こうすると、当該金属元素が分散して珪素膜中に導入されることとなり、金属シリサイドの影響によるリーク電流の問題を低減することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ溶液を塗布する工程と、加熱処理を行い前記非晶質珪素膜の結晶化を行う工程と、

を有し、前記溶液中には界面活性剤が添加されていることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項2】 珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ溶液を塗布する工程と、加熱処理を行う工程と、

を有し、前記溶液中には界面活性剤が添加されていることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項3】 非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ溶液を接して保持させる工程と、加熱処理を行い前記非晶質珪素膜の結晶化を行う工程と、

を有し、前記溶液中には界面活性剤が添加されていることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項4】 珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ溶液を接して保持させる工程と、加熱処理を行う工程と、

を有し、前記溶液中には界面活性剤が添加されていることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項5】 非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を界面活性剤の作用によって分散させて保持させる工程と、

加熱処理を施し前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

を有することを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項6】 珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を界面活性剤の作用によって分散させて保持させる工程と、

加熱処理を施す工程と、

を有することを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項7】 非晶質珪素膜の表面を活性にした状態において、前記非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させる工程と、

加熱処理を行い前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

を有することを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項8】 珪素膜の表面を活性にした状態において、前記珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させる工程と、

加熱処理を行う工程と、

を有することを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項9】 非晶質珪素膜の表面に界面活性剤を用いて珪素の結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、加熱処理を行い前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

を有することを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項10】 珪素膜の表面に界面活性剤を用いて珪素の結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、加熱処理を行う工程と、

を有することを特徴とする半導体装置作製方法。

10 【請求項11】 請求項1乃至請求項10において、珪素の結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が用いられることを特徴とする半導体装置作製方法

【請求項12】 請求項1乃至請求項10において、珪素の結晶化を助長する金属元素としてNiが用いられることを特徴とする半導体装置作製方法。

20 【請求項13】 請求項1乃至請求項10において、加熱処理を施した後の状態において、珪素膜中には珪素の結晶化を助長する金属元素が $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} \sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項14】 請求項1乃至請求項10において、加熱処理を施した後の状態において、珪素膜中には珪素の結晶化を助長する金属元素が $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2} \sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項15】 請求項1乃至請求項10において、珪素膜または非晶質珪素膜はガラス基板上に形成されており、

加熱処理の温度は、450℃以上であって、かつ前記ガラス基板の歪点以下の温度で行われることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項16】 請求項1乃至請求項10において、加熱処理の前および／または後にレーザー光または強光の照射を行うことを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項17】 請求項1乃至請求項10において、珪素の結晶化を助長する金属元素は非晶質珪素膜または珪素膜の特定の領域に導入され、

40 加熱処理において、前記特定の領域からその周囲の領域へと膜に平行な方向に結晶成長が行われることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項18】 請求項1乃至請求項10において、金属元素としてNiが用いられ、Niは臭化ニッケル、酢酸ニッケル、蓚酸ニッケル、炭酸ニッケル、塩化ニッケル、沃化ニッケル、硝酸ニッケル、硫酸ニッケル、蟻酸ニッケル、ニッケルアセチルアセトネート、4-シクロヘキシル酪酸ニッケル、酸化ニッケル、水酸化ニッケル、酢酸ニッケル塩から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いて導入されることを特徴とする半導体装置

作製方法。

【請求項19】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてFeが用いられ、

前記Feは臭化第1鉄(FeBr₂・6H₂O)、臭化第2鉄(FeBr₂・6H₂O)、酢酸第2鉄(Fe(C₂H₃O₂)₂・xH₂O)、塩化第1鉄(FeCl₃・4H₂O)、塩化第2鉄(FeCl₃・6H₂O)、フッ化第2鉄(FeF₃・3H₂O)、硝酸第2鉄(Fe(NO₃)₂・9H₂O)、リン酸第1鉄(Fe₂(PO₄)₃・8H₂O)、リン酸第2鉄(FePO₄・2H₂O)から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いて導入されることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項20】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてCoが用いられ、

前記Coは臭化コバルト(CoBr₂・6H₂O)、酢酸コバルト(Co(C₂H₃O₂)₂・4H₂O)、塩化コバルト(CoCl₂・6H₂O)、フッ化コバルト(CoF₂・xH₂O)、硝酸コバルト(Co(NO₃)₂・6H₂O)から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いて導入されることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項21】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてRuが用いられ、

前記Ruは塩化ルテニウム(RuCl₃・H₂O)を用いて導入されることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項22】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてRhが用いられ、

前記Rhとして塩化ロジウム(RhCl₃・3H₂O)が用いられることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項23】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてPdが用いられ、

前記Pdとして塩化パラジウム(PdCl₂・2H₂O)が用いられることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項24】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてOsが用いられ、前記Osとして塩化オスmium(OsCl₂)を用いることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項25】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてIrが用いられ、

前記Irとして三塩化イリジウム(IrCl₃・3H₂O)、四塩化イリジウム(IrCl₄)から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項26】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてPtが用いられ、

前記Ptとして塩化第二白金(PtCl₂・5H₂O)が用いられることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項27】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてCuが用いられ、

前記Cuとして酢酸第二銅(Cu(CH₃COO)₂)、塩化第二銅(CuCl₂・2H₂O)、硝酸第二銅

(Cu(NO₃)₂・3H₂O)から選ばれた一種または複数種類の化合物が用いられることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項28】請求項1乃至請求項10において、金属元素としてAuが用いられ、

前記Auとして三塩化金(AuCl₃・xH₂O)、塩化金塩(AuHCl₄・4H₂O)から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いることを特徴とする半導体装置作製方法。

【請求項29】珪素の結晶化を助長する金属元素と、界面活性剤と、

を含む溶液であることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項30】請求項29において、金属元素としてFe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が用いられることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項31】珪素の結晶化を助長する金属元素の化合物でなる溶液であって、

前記溶液中には界面活性剤が添加されていることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項32】請求項31において、金属元素としてFe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が用いられることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項33】請求項31において、金属元素としてNiが用いられ、Niは臭化ニッケル、酢酸ニッケル、蓚酸ニッケル、炭酸ニッケル、塩化ニッケル、沃化ニッケル、硝酸ニッケル、硫酸ニッケル、蟻酸ニッケル、ニッケルアセチルアセトネート、4-シクロヘキシル酪酸ニッケル、酸化ニッケル、水酸化ニッケル、酢酸ニッケル塩から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いて導入されることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項34】請求項31において、

金属元素としてFeが用いられ、

前記Feは臭化第1鉄(FeBr₂・6H₂O)、臭化第2鉄(FeBr₂・6H₂O)、酢酸第2鉄(Fe(C₂H₃O₂)₂・xH₂O)、塩化第1鉄(FeCl₃・4H₂O)、塩化第2鉄(FeCl₃・6H₂O)、フッ化第2鉄(FeF₃・3H₂O)、硝酸第2鉄(Fe(NO₃)₂・9H₂O)、リン酸第1鉄(Fe₂(PO₄)₃・8H₂O)、リン酸第2鉄(FePO₄・2H₂O)から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いて導入されることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項35】請求項31において、

金属元素としてCoが用いられ、

前記Coは臭化コバルト(CoBr₂・6H₂O)、酢酸コバルト(Co(C₂H₃O₂)₂・4H₂O)、塩化コバルト(CoCl₂・6H₂O)、フッ化コバルト(CoF₂・xH₂O)、硝酸コバルト(Co(NO₃)₂・6H₂O)から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いて導入

されることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項36】請求項31において、金属元素としてRuが用いられ、前記Ruは塩化ルテニウム($\text{RuCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)を用いて導入されることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項37】請求項31において、金属元素としてRhが用いられ、前記Rhとして塩化ロジウム($\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)が用いられることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項38】請求項31において、金属元素としてPdが用いられ、前記Pdとして塩化パラジウム($\text{PdCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)が用いられることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項39】請求項31において、金属元素としてOsが用いられ、前記Osとして塩化オスニウム(OsCl_3)を用いることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項40】請求項31において、金属元素としてIrが用いられ、前記Irとして三塩化イリジウム($\text{IrCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)、四塩化イリジウム(IrCl_4)から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項41】請求項31において、金属元素としてPtが用いられ、前記Ptとして塩化第二白金($\text{PtCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)が用いられることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項42】請求項31において、金属元素としてCuが用いられ、前記Cuとして酢酸第二銅($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)、塩化第二銅($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、硝酸第二銅($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)から選ばれた一種または複数種類の化合物が用いられることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項43】請求項31において、金属元素としてAuが用いられ、前記Auとして三塩化金($\text{AuCl}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)、塩化金塩($\text{AuHCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)から選ばれた一種または複数種類の化合物を用いることを特徴とする結晶成長促進剤。

【請求項44】請求項31において、界面活性剤は、当該金属元素を原子状に分散させる作用を有することを特徴とする結晶成長促進剤。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本明細書に開示する発明は、絶縁表面を有する基板上に結晶性を有する珪素薄膜を形成する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ガラス基板上に成膜した珪素薄膜

を用いて薄膜トランジスタ(TFTと称される)を構成する技術が知られている。特にこの薄膜トランジスタをアクティブマトリクス型の液晶表示装置に利用する技術が注目されている。これは、マトリクス状に配置された各画素のそれぞれに薄膜トランジスタをスイッチング素子として配置し、各画素に保持される電荷を薄膜トランジスタによって制御するものである。このアクティブマトリクス型の液晶表示装置は、単純マトリクス型の液晶表示装置に比較して、動画の表示や色彩の表示に優れたものがある。

【0003】現状においては、ガラス基板上に形成される薄膜トランジスタは、非晶質珪素(アモルファスシリコン)膜を用いたものが主流である。非晶質珪素膜は、200~300℃程度の温度プロセスで成膜することができるので、一般に耐熱性の低いガラス基板上に容易に成膜することができる。

【0004】しかしながら、非晶質珪素膜を用いた薄膜トランジスタは、その特性が低いという問題がある。従って、より高画質が必要される場合、さらに高い特性を有する薄膜トランジスタが要求される。

【0005】また、非晶質珪素膜を用いた薄膜トランジスタは、アクティブマトリクス型の液晶表示装置の画素領域に配置される薄膜トランジスタとしては利用できるが、その特性の低さから画素領域に配置される薄膜トランジスタを駆動する周辺駆動回路を構成することはできない。従って、周辺駆動回路は、外付けのICをタブ等の配線でもって接続するという煩雑な構成を採用しなければならないという問題があった。

【0006】このような非晶質珪素膜を用いた薄膜トランジスタの欠点を解決する方法として、結晶性珪素膜を用いる方法がある。結晶性珪素膜を用いた薄膜トランジスタは、非晶質珪素膜を用いたものに比較して高駆動が可能であり、アクティブマトリクス型の液晶表示装置に利用した場合、より高画質の表示が可能となる。また、周辺駆動回路を構成することが可能であるので、これまでのドライバーICを用いた複雑な構成を採用する必要がなく、作製工程もより簡素化されたシンプルな構成とすることができる。

【0007】結晶性珪素膜を形成する方法としては、非晶質珪素膜を加熱によって結晶化させる方法が知られている。液晶表示装置の場合は、装置を可視光が透過する必要があるため、基板として透光性のものを用いる必要がある。このような必要性和経済性の観点から一般には基板として安価なガラス基板が利用される。しかしガラス基板を用いた場合には、その耐熱性の問題から、必要な特性を有した結晶性珪素膜を得ることできないという問題がある。この問題を解決するには、石英基板を用いればよいが、石英基板は高価(少なくともガラス基板の10倍以上はする)であり、生産コストの観点から見て実用的ではない。

10

20

30

40

50

【0008】これまでの技術においては、非晶質珪素膜を加熱によって結晶化させるには、600℃以上の温度が必要とされていた。しかし、一般にガラス基板として利用されているコーニング7059ガラス基板は、歪点が593℃であり、600℃の温度で加熱した場合、基板の変形や縮が顕著になってしまう。例えば、600℃の温度で加熱処理を行う場合、その加熱時間は24時間以上は必要とされ、数十cm角以上の大面積ガラス基板の場合は、その変形は無視できないものになってしまう。

【0009】液晶表示装置は数μmの間隔をおいて、一對のガラス基板間に液晶を挟み込む必要があるため、ガラス基板がμmオーダーの湾曲を起こした場合、表示にムラができたり、色がついたりしてしまう。従って、ガラス基板の変形は極力抑えなければならない。

【0010】以上述べたような問題を解決するためには、加熱による非晶質珪素膜の結晶化をできるだけ低い温度で、少なくともガラス基板の歪点以下の温度で行うことができる技術が必要とされる。このような技術としては、本願出願人による出願である特開平6-244103号に記載されているものがある。この技術は珪素の結晶化を助長する金属元素（例えばNi）を非晶質珪素膜の表面に微量に接して保持させることによって、550℃程度の温度でしかも10時間以下の加熱によって、結晶性珪素膜を得ることができる技術である。

【0011】しかしながら、上記の金属元素を用いて非晶質珪素膜を結晶化させる技術には、大きな技術的な問題があった。それは、導入される金属元素の量を制御することが困難であるという問題である。金属元素の導入量が少ない場合は、結晶化を助長する作用を得ることができない。また金属元素の導入量が多すぎる場合には、珪素膜がシリサイド化してしまい、半導体としての特性が損なわれてしまう。

【0012】〔発明に至る過程〕この当該金属元素の導入量を制御できないという問題は、当該金属元素を含んだ溶液を用いることによって解決される。例えば、Ni元素を所定の濃度で含有した酢酸ニッケル塩溶液を非晶質珪素膜の表面に塗布することで、必要とする量でNi元素を非晶質珪素膜に導入することができる。

【0013】しかし、本発明者らの数々の実験の結果、この溶液を用いて当該金属元素を導入する方法は、非晶質珪素膜中に導入される当該金属元素の量を制御することができ、移動度が高くスイッチング速度の大きい薄膜トランジスタを構成することができるという有用性がある反面、得られた薄膜トランジスタのOFF電流が比較的高いという事実がある。OFF電流は、薄膜トランジスタがOFFの状態において、ソース／ドレイン間を流れてしまう電流のことである。

【0014】このOFF電流の存在は、アクティブマトリクス型の液晶表示装置の画素電極に接続される薄膜ト

ランジスタにおいて大きな問題となる。この問題とは、画素電極に配置されている薄膜トランジスタのOFF電流が大きいと、画素電極に所定の時間でもって電荷を保持できなくなり、このことが原因で画面のちらつきや不鮮明さが生じてしまうという問題である。

【0015】本発明者らの知見によれば、上記OFF電流が大きくなる原因は、以下のような理由に起因する。一般に珪素膜の表面は疎水性を有している。従って、珪素の結晶化を助長する金属元素を含有した液相を非晶質珪素膜の表面に塗布した場合、液相中の当該金属元素の化合物の分子と非晶質珪素膜の表面との間では反発力が働く。この結果、当該金属元素の化合物はミクロ的に見て、所々で凝集した状態になってしまう。この状態は、疎水性の固体表面に水を塗布した時、多数の水滴が形成されてしまう場合に例えることができる。

【0016】このように当該金属元素が凝集して非晶質珪素膜の表面に接して存在となる。そして加熱処理工程において、珪素の結晶化を助長する金属元素は、この凝集した状態で非晶質珪素膜中に拡散していく。

【0017】従って、結晶化の終了した状態の珪素膜中において、珪素の結晶化を助長する金属元素は、ミクロな状態で見ても部分的に偏在して存在していることになる。そして、この珪素の結晶化を助長する金属元素が偏在して存在している領域は部分的に金属シリサイド化してしまう。このことは、金属元素としてNiを用いた場合における珪素膜のTEM写真（透過型電子顕微鏡）の観察からも確認されている。

【0018】このような状態を有する結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタの活性層を構成した場合、ソース／ドレイン間において部分的に偏在して存在しているシリサイド部分が電流の通路として機能することになってしまう。そしてこのシリサイドの通路を経由して電荷がソース／ドレイン間を移動してしまう。

【0019】このように、非晶質珪素膜に導入される珪素の結晶化を助長する金属元素が部分的に凝集した状態にあるために、加熱処理の後、この凝集した金属元素が局部的にシリサイドを形成してしまい、その結果、ソース／ドレイン領域間に電流の通路（勿論微量の電荷が移動しうる通路である）が形成され、比較的大きなOFF電流が発生してしまう。

【0020】

〔発明が解決しようとする課題〕そこで本明細書で開示する発明においては、非晶質珪素膜に接して保持される珪素の結晶化を助長する金属元素の導入量を正確に制御できる手段を提供することを課題とする。

【0021】また、珪素の結晶化を助長する金属元素を用いて結晶化させた結晶性珪素膜を用いて構成した薄膜トランジスタにおいて、極力OFF電流値の小さい薄膜トランジスタを提供することを他の課題とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明は、珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を含んだ溶液を塗布する工程と、加熱処理を行う工程と、を有し、前記溶液中には界面活性剤が添加されていることを特徴とする。

【0023】上記構成の具体的な例としては、ガラス等の絶縁表面を有する基板上に形成された非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素（代表的にはNi）をこの金属元素を含む溶液（例えばニッケル酢酸塩溶液）を用いて導入し、しかる後に加熱により結晶化さ

せる場合の例を挙げることができる。

【0024】この場合、ニッケル酢酸塩溶液をガラス基板上に形成された非晶質珪素膜の表面に塗布することによって、当該金属元素の非晶質珪素膜への導入が行われる。勿論この状態においては、当該金属元素は非晶質珪素膜の表面に接している状態に過ぎない。そして、加熱処理を行うことにより、非晶質珪素膜中に当該金属元素が拡散していき、非晶質珪素膜の結晶化が行われる。

【0025】上記構成の大きな特徴は、当該金属元素を含んだ溶液に界面活性剤を添加する点である。このようにすることによって、当該金属元素をできる限り分散させることができ、当該金属元素が珪素膜の表面において部分的に凝集して存在することを防ぐことができる。

【0026】また上記構成において、非晶質珪素膜ではなく結晶性を有する珪素膜を用いてもよい。この場合、珪素膜の状態としては、膜の全体が結晶性を有しているものでもよいし、部分的に結晶性を有しているものでもよいし、結晶成分と非晶質成分とが混在している状態のものでもよい。珪素膜が結晶性を有している場合、当該金属元素を導入し、さらに加熱処理を施すことにより、その結晶性をさらに向上させることができる。または、非晶質成分が存在している場合には、非晶質のままに残存している領域や成分を結晶化させることができる。

【0027】他の発明の構成は、珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を界面活性剤の作用によって分散させて保持させる工程と、加熱処理を施す工程と、を有することを特徴とする半導体装置作製方法。

【0028】上記構成の具体的な例としては、例えば結晶化を助長する金属元素を含んだ溶液中に界面活性剤を添加し、この溶液を非晶質珪素膜の表面に塗布することにより、非晶質珪素膜の表面に当該金属元素を分散させて接して保持させる例を挙げることができる。

【0029】また、上記構成の具体的な例としては、非晶質珪素膜の表面に界面活性剤または界面活性剤を含んだ溶液を塗布し、しかる後に当該金属元素を含んだ溶液を塗布し、さらに加熱処理を加えることにより、非晶質珪素膜の結晶化を行わす例を挙げることができる。

【0030】また、上記構成には、絶縁表面を有する基板上に形成された非晶質珪素膜の表面に当該金属元素を導入する場合のみではなく、絶縁表面を有する基板の表

面に当該金属元素を導入し、しかる後に非晶質珪素膜を成膜する場合も含まれる。この場合、界面活性剤が添加され、かつ当該金属元素が含まれた溶液を絶縁表面を有する基板上に塗布し、しかる後に非晶質珪素膜を成膜し、さらに加熱処理を施すことにより、非晶質珪素膜を結晶化させればよい。

【0031】また、上記構成においても、非晶質珪素膜ではなく、結晶性を有している珪素膜を用いることができる。

【0032】他の発明の構成は、珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を界面活性剤の作用によって分散させて保持させる工程と、加熱処理を施す工程と、を有することを特徴とする。

【0033】他の発明の構成は、珪素膜の表面を活性にした状態において、前記珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させる工程と、加熱処理を行う工程と、を有することを特徴とする。

【0034】上記構成の具体的な例としては、珪素の結晶化を助長する金属元素を都外金属元素を含み、かつ界面活性剤が添加された溶液を非晶質珪素膜の表面に塗布することにより、非晶質珪素膜の表面に当該金属元素を分散して導入する構成を挙げることができる。

【0035】このような構成を採ることにより、珪素膜の表面を活性にすることができ、当該金属元素を分散して当該珪素膜の表面に接して保持させることができる。

【0036】他の発明の構成は、珪素膜の表面に界面活性剤を用いて珪素の結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、加熱処理を行う工程と、を有することを特徴とする。

【0037】以上示した本明細書で開示する発明において、珪素の結晶化を助長する金属元素としては、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素を挙げることができる。

【0038】上記金属元素のなかでは、特にNiが有効に機能する。Ni元素を用いる場合には、溶液として水溶液、有機溶媒溶液等を用い、これら容器中にNiを含有させたものを用いることができる。ここで含有とは、化合物として含ませるという意味と、単に分散させることにより含ませるという意味との両方を含む。

【0039】Niに限らず、金属元素を含む溶媒としては、極性溶媒である水、アルコール、酸、アンモニアから選ばれたものを用いることができる。

【0040】Niを極性溶媒に含ませる場合、Niはニッケル化合物として導入される。このニッケル化合物としては、代表的には臭化ニッケル、酢酸ニッケル、蓚酸ニッケル、炭酸ニッケル、塩化ニッケル、沃化ニッケル、硝酸ニッケル、硫酸ニッケル、蟻酸ニッケル、ニッケルアセチルアセトネート、4-シクロヘキシル酪酸ニッケル、酸化ニッケル、水酸化ニッケルから選ばれたも

のが用いられる。

【0041】また触媒元素を含む溶媒として、無極性溶媒であるベンゼン、トルエン、キシレン、四塩化炭素、クロロホルム、エーテルから選ばれたものを用いることができる。

【0042】この場合はNiはニッケル化合物として導入される。このニッケル化合物としては代表的には、ニッケルアセチルアセトネート、2-エチルヘキサン酸ニッケルから選ばれたものを用いることができる。

【0043】また金属元素としてニッケル単体を用いる場合には、酸に溶かして溶液とする必要がある。

【0044】また、Niが完全に溶解していなくとも、Ni単体あるいはNiの化合物からなる粉末が分散媒中に均一に分散したエマルジョンの如き材料を用いてもよい。

【0045】また加熱処理の温度は、450℃以上とすることが好ましい。これは、450℃以下の温度では実用的な結晶化が行えないからである。また、基板としてガラス基板を用いた場合には、ガラス基板の歪点以下の温度で行われることが好ましい。これは、ガラス基板の歪点以上の温度で加熱処理を施すと、ガラス基板の変形や顕著になるためである。

【0046】また本明細書で開示する発明における界面活性剤としては、基本的に疎水基として約10~20個

の炭素原子を含む炭化水素鎖を有するものを用いることができる。

【0047】例えば、フッ化水素酸、フッ化アンモニウム溶液及び水からなる混合液に、脂肪酸カルボン酸、脂肪酸カルボン酸の塩、脂肪酸アミンおよび脂肪族アルコールからなる界面活性剤の群から選ばれた少なくとも一種の材料が含有したものをを用いることができる。脂肪酸カルボン酸としては、 $C_nH_{2n+1}COOH$ (nは5~11の整数を表す)で示されるものを挙げるができる。また脂肪酸カルボン酸の塩としては、 $C_nH_{2n+1}COONH_4$ 、 R (nは5~11の整数を表す。Rは水素原子または炭素数5~10のアルキル基を表す)で示される塩を挙げるができる。また脂肪酸アミンとしては、一般式 $C_mH_{2m+1}NH_2$ (mは7~14の整数を表す)で示す化合物を挙げるができる。脂肪酸アルコールとしては、一般式 $C_nH_{2n+1}OH$ (nは6~12の整数を示す)で示されるものを挙げることができる。

【0048】界面活性剤の具体的な例としては、下記〔表1〕~〔表3〕に示すものを用いることができる。以下に示す界面活性剤は、少なからず当該金属元素が非晶質珪素膜の表面に付着する際に分散させる作用を有する。

【0049】

〔表1〕

$C_7F_{15}COONH_4$
 パーフルオロアルキルスルホン酸
 アンモニウムA
 パーフルオロアルキルスルホン酸
 アンモニウムB
 パーフルオロアルキルベタイン
 $RfCH_2CH_2O(CH_2CH_2O)_xH$
 $C_9F_{17}SO_2N(C_2H_4O)_nH$
 |
 R
 パーフルオロアルキルトリメチル
 アンモニウム塩
 パーフルオロアルキルカルボン酸
 $C_8F_{17}COOH$
 パーフルオロアルキルポリオキシ
 エチレンエタノール
 フッ素化アルキルエステル
 パーフルオロアルキルEO付加物A
 パーフルオロアルキルEO付加物B
 パーフルオロアルキルカルボン酸
 アンモニウムA
 パーフルオロアルキルカルボン酸
 アンモニウムB
 パーフルオロアルキルカルボン酸
 アンモニウムC
 $C_9F_{17}NC_3H_7$
 |
 CH_2COONH_4
 $RfCH_2CH_2SCH_2CH_2N(CH_3)_3$
 |
 CH_3SO_4
 $RfN^+H_4I^-$
 $RfCH_2CH_2SCH_2CH_2CO_2NH_4$

【 0 0 5 0 】

【 表 2 】

ドデシルベンゼンスルホン酸 アンモニウム ソフトアルキルベンゼンスルホン 酸アンモニウム アルキルジフェニルエーテル ジスルホン酸塩 ジアルキルスルホコハク酸 アンモニウム ポリエチレングリコール モノステアレート ポリカルボン酸アンモニウム ポリオキシエチレンオレイン酸 エステル ポリオキシエチレンノニル フェニルエーテル オクタデシルアミン酢酸塩 ステアリルアミンアセテート ジメチルアルキル(ヤシ) ベタイン ポリオキシエチレンアルキル フェニルエーテルサルフェート アンモニウム ラウリル硫酸トリエタノールアミン $\text{RCOO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ $\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$ $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$ ポリオキシエチレンアルキル フェニルエーテル ポリオキシエチレンラノリン アルコールエーテル	ドデシルトリメチルアンモニウム クロライド $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{CO}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_n\text{H}$ ポリオキシエチレン 高級アルコール モノグリセリンエステル ポリオキシエチレンアルキル エーテル ポリオキシエチレンラノリン酸 エステル ラノリンアルコール $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NH}_2$ $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_2$ トリn-オクチルアミン ポリオキシエチレンラノリン 脂肪酸エステル ココナットアミンアセテート
---	--

H₂O)、四塩化イリジウム(IrCl₄)から選ばれた材料を用いることができる。

【0059】金属元素としてPt(白金)を用いる場合には、その化合物として白金塩として知られている材料、例えば塩化第二白金(PtCl₂・5H₂O)を用いることができる。

【0060】金属元素としてCu(銅)を用いる場合には、その化合物として酢酸第二銅(Cu(CH₃COO)₂)、塩化第二銅(CuCl₂・2H₂O)、硝酸第二銅(Cu(NO₃)₂・3H₂O)から選ばれた材料を用いることができる。

【0061】金属元素として金を用いる場合には、その化合物として三塩化金(AuCl₃・xH₂O)、塩化金塩(AuHCl₄・4H₂O)から選ばれた材料を用いることができる。

【0062】また本明細書で開示する他の発明は、以上示したような珪素の結晶化の結晶化を助長する金属元素を含んだ溶液中に界面活性剤を添加した溶液を特徴とする。この溶液は、珪素の結晶化を促進する促進剤として利用することができる。

【0063】この珪素の結晶化を促進する促進剤の使用方法としては、例えば以下のような工程を挙げることができる。まず珪素の結晶成長を促進する結晶成長促進剤として、ニッケル酢酸塩溶液に界面活性剤を添加したものをを用意する。そしてこの結晶成長促進剤をガラス基板上に成膜された非晶質珪素膜の表面に塗布する。さらに加熱処理を加えることによって結晶性珪素膜を得ることができる。

【0064】

【作用】珪素の結晶化を助長する金属元素を珪素膜の表面に導入する場合において、当該金属元素を含んだ溶液を用いることによって、当該金属元素の量を制御して導入することができる。

【0065】また上記金属元素を含んだ溶液に界面活性剤を添加することによって、当該金属元素を原子状に分散させて珪素膜表面に導入することができ、部分的に当該金属元素が凝集して存在することのない状態とすることができる。即ち、部分的に当該金属元素が高濃度に存在することのない状態とすることができる。

【0066】このように当該金属元素を珪素膜の表面に導入する際に、その存在を分散したものとすることで、最終的な珪素膜において、当該金属元素が部分的に集中してシリサイド化することを抑制することができる。そしてこのことにより、当該金属元素の作用によって結晶化された結晶性珪素膜を用いて構成された薄膜トランジスタにおいて、この部分的に金属元素が集中してシリサイド化してしまうことに起因するOFF電流の存在を抑制することができる。

【0067】特に液相状態の当該金属元素の化合物(例えばニッケル酢酸塩溶液)を用いる場合、当該金属元素

が凝集した状態が実現されやすい。従って、界面活性剤を用いて当該金属元素の化合物の分子が凝集しないように分散させることは、非常に効果的なものとなる。

【0068】図6(A)に示すのは、非晶質珪素膜600の表面に界面活性剤を添加しない酢酸ニッケル塩溶液を塗布し、スピナーを用いたスピンドライを行った後の状態を示した模式図面(モデル図)である。この状態においては、ミクロな状態で見てもNi元素が部分的に高濃度に凝集して601で示すような状態で非晶質珪素膜の表面に接して存在している。

【0069】一般に珪素膜の表面は疎水性を有している。従って、酢酸ニッケル塩溶液のような溶液は少なからず弾かれてしまう。このことが、601で示されるようなニッケル元素が部分的に凝集してしまう要因となる。即ち、ニッケル元素はクラスタ状に存在してしまう。

【0070】図6(B)に示すのは、図6(A)に示す状態を得た後、加熱処理を施し非晶質珪素膜の結晶化を行った後の状態を示す模式図面である。加熱処理を施すと非晶質珪素膜の表面に吸着しているNi元素は珪素膜中に拡散していく。この際、非晶質珪素膜の表面において凝集してNi元素が存在している場合には、珪素膜中に拡散した状態において、Ni元素の濃度分布に偏りが生じてしまう。従って、図6(B)に示すように結晶化が終了した後の結晶性珪素膜において、Ni元素は部分的に高濃度に存在していることとなる。

【0071】このNi元素が部分的に高濃度に存在している部分は、Niシリサイド化しているので、この部分を複数介して微小な電流の流れる通路602が形成されてしまう。そして、この微小な電流の通路602を通過して電流が流れてしまうことがOFF電流の要因となる。

【0072】図6に示す状態でNi元素が特定の領域に特に高い濃度で存在している(クラスタ状に存在している)場合のエネルギーバンドの状態を示した図を図8に示す。図8(A)に示すのは、N型のソース/ドレイン領域とI型のチャネル形成領域とを有する薄膜珪素半導体膜のエネルギーバンド図を示す。図8(A)に示すのは、Nチャネル型の薄膜トランジスタの活性層のエネルギーバンド図を示すものである。

【0073】図6(B)や(C)に示すように、Ni元素の濃度が部分的に集中して高い状態となっている場合、その部分が電氣的に大きな影響を有する程度のシリサイドとなってしまふ。この場合、図8(A)の800に示すようにこのシリサイドに起因するトラップ準位が形成されてしまふ。するとこのトラップ準位を介しての電子801とホール802との結合が生じてしまふ。このような現象は、OFF電流の増加や移動度の低下の要因となる。

【0074】また図8(B)に示すのは、I型を有する半導体において、ニッケルシリサイドに起因するトラッ

準位800が存在する場合のエネルギーバンド図である。図8(B)は、半導体に電界を加えた場合の状態を示すものである。この場合も伝導帯を移動する電子801と価電子帯を移動するホール802がトラップ準位800を介して結合してしまう。このような状態も本来移動すべきキャリアの移動を妨げる現象であり、薄膜トランジスタ等の半導体装置の特性を低下させる要因となる。

【0075】図7(A)に示すのは、界面活性剤を添加した酢酸ニッケル塩溶液を非晶質珪素膜700の表面に塗布し、しかる後にスピナーを用いたスピンドランを行った状態における模式図面である。この状態においては、界面活性剤の作用で非晶質珪素膜700の表面が活性になっているので、Ni元素701が分散して非晶質珪素膜700の表面に吸着することとなる。

【0076】この状態の後に加熱処理を施すことにより、非晶質珪素膜700を結晶化させることによって、図7(B)に示す状態を得る。図7(B)に示すのは、結晶化のための加熱処理によって膜中にNi元素が分散して拡散した状態が示されている。この状態においては、Ni元素が分散して存在しているので、部分的に電流の通路となるような規模のシリサイドが形成されない。従って、図6(C)の602で示されるような電流の通路が形成されることはない。そしてこのような状態を有する結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを構成した場合、そのOFF電流の値を抑制したものとすることができる。

【0077】

【実施例】

【実施例1】本実施例では、ガラス基板上に結晶性珪素膜を得る工程を示す。まず図1(A)に示すように、コーニング7059ガラス基板(歪点593℃)またはコーニング1737ガラス基板(歪点667℃)101上に下地膜として酸化珪素膜102を3000Åの厚さにスパッタ法またはプラズマCVD法で成膜する。この酸化珪素膜102は、ガラス基板からの不純物の拡散を防ぐためのものである。

【0078】次に非晶質珪素膜103をプラズマCVD法または減圧熱CVD法でもって500Åの厚さに成膜する。この非晶質珪素膜は、通常知られている非晶質珪素膜の成膜条件で成膜すればよい。こうして図1(A)に示す状態を得る。

【0079】次に図1(B)に示すように、試料をスピナー100の上に配置し、重量換算で10ppmのNi元素を含む酢酸ニッケル塩溶液に高級アルコール系ノニオン活性剤を主成分とする界面活性剤を1体積%添加した溶液を塗布する。

【0080】こうして前記溶液の水膜104を形成する。そしてスピナー100を用いてスピンドランを行い、非晶質珪素膜103の表面にNi元素が接して保持

された状態とする。

【0081】ここで、非晶質珪素膜中に導入されるNi元素の濃度は、溶液中におけるニッケル濃度、水膜104の保持時間、スピンドライの条件によって制御することができる。特に、溶液中におけるニッケル濃度を変化させることで、最終的に珪素膜中に残留するNi元素の濃度を正確に制御することができる。珪素膜中に残留するNi元素の濃度は、好ましくは $1 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 、さらに好ましくは $1 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ とする必要がある。なおこの元素の濃度は、SIMS(2次イオン分析法)で計測される最低値として定義される。

【0082】そして、図1(C)に示すように、加熱処理を行い、非晶質珪素膜を結晶性珪素膜105に変成する。ここでは、拡散炉を用いて加熱処理を行う。加熱条件は、550℃、4時間とする。この加熱処理を行うことで、結晶性珪素膜105を得る。550℃の温度はコーニング7059ガラス基板の歪点(593℃)より低い温度であり、またその加熱時間も短いので、基板の変形はほとんど問題とならない。こうしてガラス基板101上に結晶性珪素膜105を形成することができる。また、この加熱処理の際、非晶質珪素膜の表面に付着している界面活性剤は、気化してしまい、得られる結晶性珪素膜に対して何ら影響を与えるものではない。

【0083】また上記加熱処理は、温度調整を±1℃以下の誤差で行うことができ、しかも15℃/分程度以下の速度で昇温と降温とができる加熱炉を用いることが望ましい。これは急速な加熱や冷却を行うと、非晶質から結晶質への相変化が急激なものとなってしまう、均一な結晶成長を行わすことができないばかりか、基板からの珪素膜の剥離やクラックの発生が顕在化してしまうからである。

【0084】本発明者らの知見によれば、概ね15℃/分以上の速度で昇温および降温(特に昇温)を行うと、基板からの膜の剥離やクラックの発生や頻繁に見られるようになり、実用性が非常に低下してしまうことが分かっている。

【0085】このような観点から、加熱手段としては、ランプアニール装置等の急速な加熱や冷却が行われる手段ではなく、温度調節が細かく設定できる抵抗加熱手段を用いたものが好ましい。

【0086】また上記加熱処理の前または後、さらにはその前後にレーザー光の照射を行ってもよい。特に加熱処理による結晶化を行った後にレーザー光の照射を行うことは、加熱処理によって結晶化せずに残存した非晶質成分を結晶化させることができ、より結晶性の高い珪素膜を得ることができ有用である。

【0087】【実施例2】本実施例は、実施例1に示した工程によって得られた結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを作製する工程を示す。まず、図1(C)に示

す状態の試料を用意する。そして、パターニングを施すことにより、薄膜トランジスタの活性層201を形成する。こうして図2(A)に示す状態を得る。

【0088】次に図2(B)に示すように、ゲイト絶縁膜となる酸化珪素膜202をプラズマCVD法で1000Åの厚さに成膜する。さらにスカンジウムを含有したアルミニウム膜を6000Åの厚さに電子ビーム蒸着法で成膜し、パターニングを施すことにより、ゲイト電極203を形成する。そして電解溶液中においてゲイト電極203を陽極とした陽極酸化を行うことで、アルミニウムを主成分とする酸化物層204を2000Åの厚さに形成する。この酸化物層204は、後の不純物イオンの注入工程において、マスクとなり、オフセットゲイト領域を形成するために機能する。

【0089】次に図2(C)に示すように不純物イオンとしてP⁺イオン(リンイオン)の注入をプラズマドーピング法で行う。ドーピング工程の終了後、KrFエキシマレーザー光の照射を行うことで、P⁺イオンの注入された領域のアニールを行う。こうして、ソース領域205、オフセットゲイト領域206、チャンネル形成領域207、ドレイン領域208を自己整合的に形成することができる。

【0090】次に図2(D)に示すように、層間絶縁膜として酸化珪素膜209をプラズマCVD法で7000Åの厚さに成膜する。そして、コンタクトホールを形成を行い、ソース電極210とドレイン電極211とをアルミニウムでもって形成する。最後に350℃の水素雰囲気中において、1時間の熱処理を行うことにより、薄膜トランジスタを完成させる。

【0091】〔実施例3〕本実施例では、アクティブマトリクス型の液晶表示装置の周辺駆動回路領域と画素回路領域とに配置される薄膜トランジスタを同一基板上に作製する工程を示す。まず、図1(C)に示すようにガラス基板101上に結晶性珪素膜105を有した状態を得る。詳細な作製工程は、実施例1に示したものと同様である。そして図3(A)に示すようにパターニングを施すことにより、活性層301と302を形成する。ここで、301が周辺回路領域を構成する薄膜トランジスタの活性層であり、302が画素領域に配置される薄膜トランジスタの活性層である。さらにゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜303を1000Åの厚さにプラズマCVD法で成膜する。

【0092】次にアルミニウムを主成分とする膜を6000Åの厚さに電子ビーム蒸着法で成膜し、パターニングを施すことにより、ゲイト電極304と305を形成する。さらに電解溶液中においてゲイト電極304と305を陽極とした陽極酸化を行うことによって、酸化物層306と307を2000Åの厚さに形成する。こうして図3(B)に示す状態を得る。

【0093】次に図3(C)に示すように不純物イオン

としてP⁺イオンの注入をプラズマドーピング法を用いて行う。さらにレーザー光または強光の照射を行うことにより、ソース領域308と312、オフセットゲイト領域309と313、チャンネル形成領域310と314、ドレイン領域311と315を自己整合的に形成する。

【0094】次に層間絶縁膜として酸化珪素膜316を6000Åの厚さにプラズマCVD法で成膜し、さらに画素電極となるITO電極317を形成する。そしてコンタクトホールを形成を行いソース電極318と320、ドレイン電極319と321とをアルミニウムでもって形成する。この際、画素領域に配置される薄膜トランジスタのドレイン電極321と画素電極317であるITO電極とは接続される。こうしてアクティブマトリクス型の液晶表示装置が完成する。

【0095】〔実施例4〕本実施例は、非晶質珪素膜の一部の領域に選択的にNi元素を導入し、当該Ni元素が導入された領域から珪素膜に平行な方向に結晶成長を行わす技術に関する。図4に本実施例の作製工程の概略の工程を示す。

【0096】まずガラス基板101上に下地膜として酸化珪素膜102を3000Åの厚さにスパッタ法またはプラズマCVD法で成膜する。次にプラズマCVD法または減圧熱CVD法により、非晶質珪素膜103を500Åの厚さに成膜する。

【0097】さらにレジストでマスク104を形成する。このレジストマスク104は、402で示される領域の非晶質珪素膜103の表面が露呈する形状となっている。402で示される非晶質珪素膜が露呈する形状は、図面の奥行き方向に長手方向を有するスリット状を有している。(図4(A))

【0098】次に図4(B)に示すように、試料をスピナー100上に配置し、重量換算で10ppmのNi元素を含む酢酸ニッケル塩溶液に高級アルコール系ノニオン活性剤を主成分とする界面活性剤を1体積%添加した溶液を塗布する。こうして水膜104を形成する。

【0099】そしてスピナー100を用いてスピンドライを行い、Ni元素が402で示されるスリット状に露呈した非晶質珪素膜の表面に接して保持された状態とする。

【0100】次にレジストマスク401を取り除く。この状態においては、図4(C)の403で示されるように402に示すように露呈した領域に選択的にNi元素が接して保持された状態となる。この状態で550℃、4時間の加熱処理を加える。この加熱処理を加えることによって、404で示されるような膜の面方向(基板に平行な方向)に結晶成長が進行する。この結晶成長は、柱状あるいは針状に進行するもので、100μm以上の長さにならって行わすことができる。

【0101】本実施例においては、酢酸ニッケル塩溶液

に界面活性剤を添加し、ニッケル元素が分散するようにしているので、この結晶成長の際、Ni元素が分散して珪素膜中に拡散していき、上記柱状あるいは針状の結晶成長も緻密なものとなる。そして、得られる結晶性も緻密なものとして行うことができる。

【0102】こうして図4(D)に示すような膜の面方向に結晶成長した領域を有する珪素膜を得ることができる。図4(D)に示す状態においては、406で示される領域が直接Ni元素が導入され、基板101に対して垂直な方向に結晶成長が行われた領域である。また405で示される領域が基板101に対して平行な方向に結晶成長が行われた領域である。また407で示される領域が404で示される結晶成長が及ばず、非晶質のまま残存した領域である。

【0103】以上のようにして得られた基板に平行な方向に結晶成長した領域405は、導入された金属元素の濃度を低くすることができる。また、結晶成長した方向にキャリアを移動するような構成とした場合、移動するキャリアが結晶粒界に沿って移動することになるので、キャリアの移動度を高いものとして行うことができる。

【0104】〔実施例5〕本実施例に示すのは、実施例4に示した工程で得られる面に平行な方向に結晶成長した珪素膜の領域を用いて、薄膜トランジスタを形成する例を示す。まず図4に示す工程に従って、405で示されるような基板に平行な方向に結晶成長した領域を形成する。(図5(A))

【0105】図5(A)に示す状態でパターニングを行うことにより、図5(B)に示すように薄膜トランジスタの活性層501を形成する。この活性層501を形成する領域は、珪素膜の面に平行な方向に結晶成長が行われた領域405を用いて構成することが重要である。これは、406の領域は、Ni元素が直接導入された領域であり、Ni元素が比較的高濃度に存在しているからである。また406の領域は、基板に垂直な方向に結晶成長しているため、面に平行な方向に移動するキャリアの移動度が405に示される領域に比較して小さくなってしまっているからである。

【0106】また、405で示される領域の結晶成長の方向と活性層に形成されるソース/ドレイン領域とを結ぶ方向とを概略一致させることも重要である。このようにすることで、ソース/ドレイン間を移動するキャリアが結晶粒界の影響を受けにくいものとして行うことができ、その移動度を高めることができる。

【0107】次にゲート絶縁膜として機能する酸化珪素膜502をプラズマCVD法で1000Åの厚さに成膜する。さらに電子ビーム蒸着法により、アルミニウムを主成分とする膜を6000Åの厚さに成膜し、パターニングを施すことにより、ゲート電極503を形成する。さらにゲート電極503を陽極として電解溶液中において、陽極酸化を行うことによって、酸化物層504を2

000Åの厚さに形成する。

【0108】次にP⁺イオンをプラズマドーピング法で注入し、レーザー光の照射によってアニールすることにより、ソース領域505、オフセットゲート領域506、チャネル形成領域507、ドレイン領域508を自己整合的に形成する。(図5(C))

【0109】さらに層間絶縁膜として酸化珪素膜509を7000Åの厚さに成膜する。そして、コンタクトホール形成を行った後、アルミニウムを用いてソース電極510とドレイン電極511を形成する。最後に350℃の水素雰囲気中において水素化熱処理を行い、図5(D)に示す薄膜トランジスタを完成させる。

【0110】

【発明の効果】珪素の結晶化を助長する金属元素の導入を溶液を用いたものとして行うことで、その導入量を制御することが容易となり、十分な結晶性を得ると同時に半導体としての特性に影響がでない濃度に金属元素を導入することができる。

【0111】また、非晶質珪素膜の表面に接して保持される珪素の結晶化を助長する金属元素を分散させて保持させることによって、加熱処理において珪素膜中に拡散していく当該金属元素が珪素膜中に凝集してシリサイドを形成しない状態として行うことができる。

【0112】そして上記のような当該金属元素が分散して膜中に存在している結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを構成した場合、部分的に電流の通路として機能してしまうシリサイド領域が少なくなるので、このシリサイド領域を通路とするOFF電流の値を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ガラス基板上に形成される結晶性珪素膜の作製工程を示す図。

【図2】 結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを作製する工程を示す図。

【図3】 結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを作製する工程を示す図。

【図4】 ガラス基板上に形成される結晶性珪素膜の作製工程を示す図。

【図5】 基板に平行な方向に結晶成長した珪素膜の領域を用いて薄膜トランジスタを作製する工程を示す図。

【図6】 界面活性剤を用いずに酢酸ニッケル溶液を非晶質珪素膜の表面に塗布した場合におけるニッケル元素の状態を示す模式図。

【図7】 界面活性剤を用いて酢酸ニッケル溶液を非晶質珪素膜の表面に塗布した場合におけるニッケル元素の状態を示す模式図。

【図8】 クラスタ状にニッケル元素が存在している場合の珪素膜のエネルギーバンドの状態を示す図。

【符号の説明】

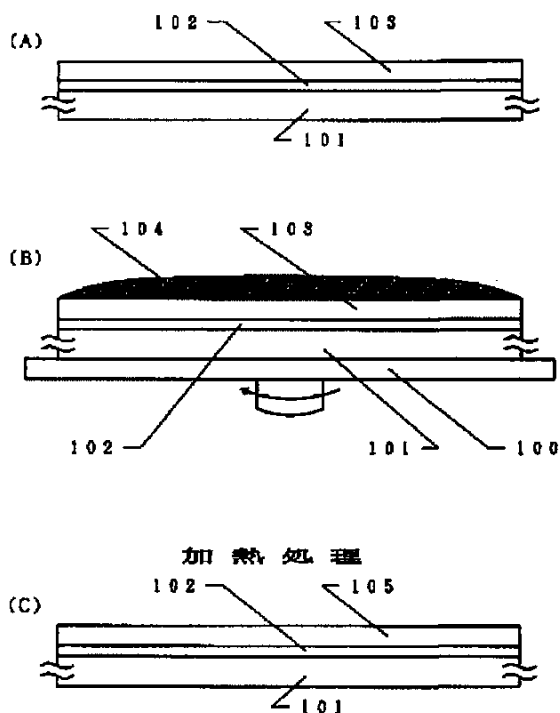
101

ガラス基板

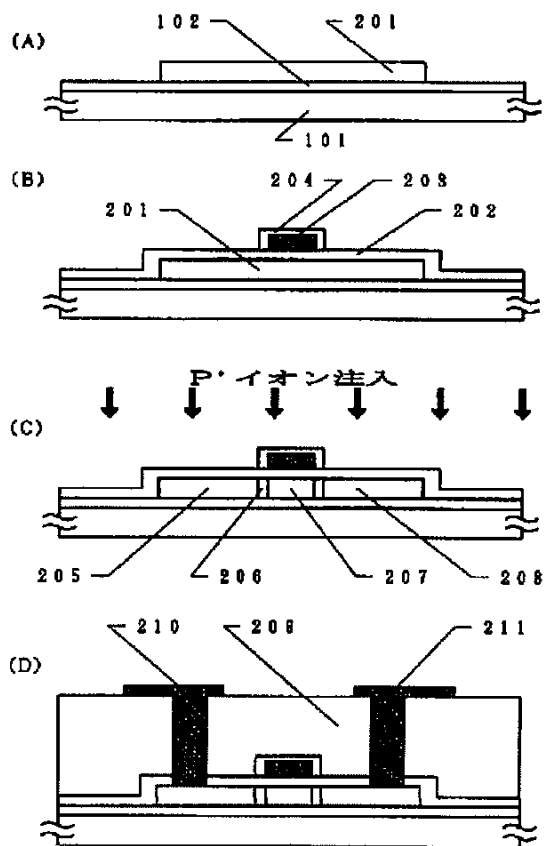
102	下地膜 (酸化珪素膜)
103	非晶質珪素膜
104	Niを含んだ溶液の水膜
105	結晶性珪素膜
201, 310, 302, 501	活性層
202, 303, 502	ゲート絶縁膜
203, 304, 305, 503	ゲート電極
204, 306, 307, 504	陽極酸化物層
205, 308, 312, 505	ソース領域
206, 309, 313, 506	オフセットゲート領域
207, 310, 314, 507	チャネル形成領域
208, 311, 315, 508	ドレイン領域
209, 316, 509	層間絶縁膜 (酸化珪素膜)
210, 318, 320, 510	ソース電極
211, 319, 321, 511	ドレイン電極

317	画素電極 (ITO電極)
401	レジストマスク
402	非晶質珪素膜10
3が露呈した領域	
403	Ni元素が非晶質珪素膜に接して保持されている領域
404	結晶成長方向
405	基板に平行に結晶成長した領域
406	基板に垂直な方向に結晶成長した領域
407	非晶質のままに残存した領域
601	凝集したニッケル元素
600, 700	非晶質珪素膜
701	ニッケル元素

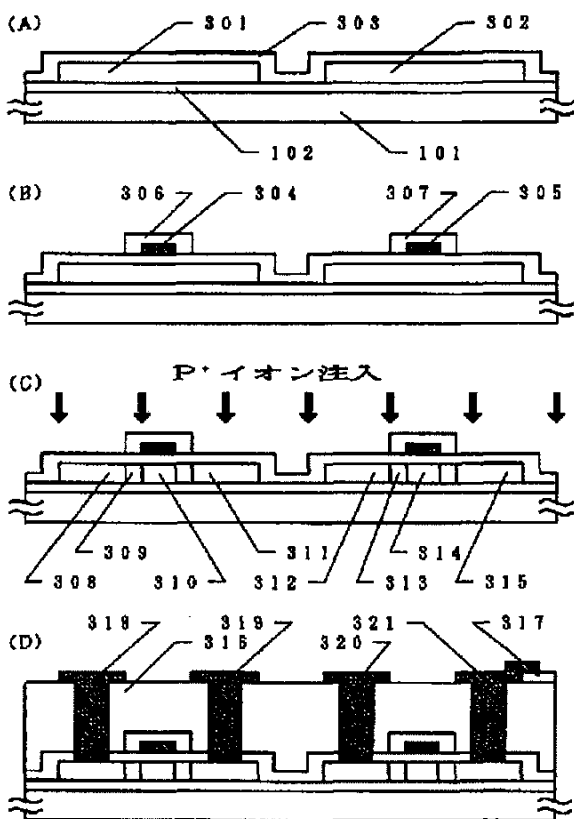
【図1】



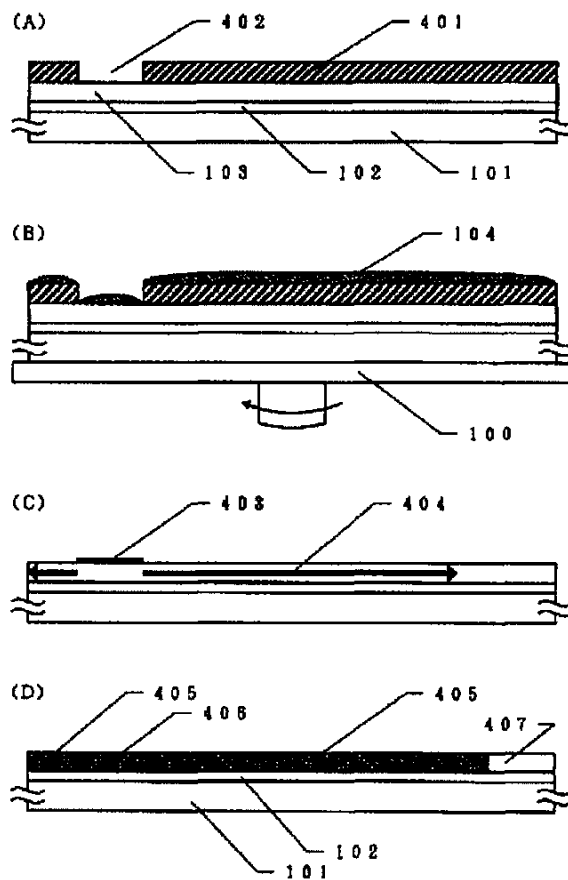
【図2】



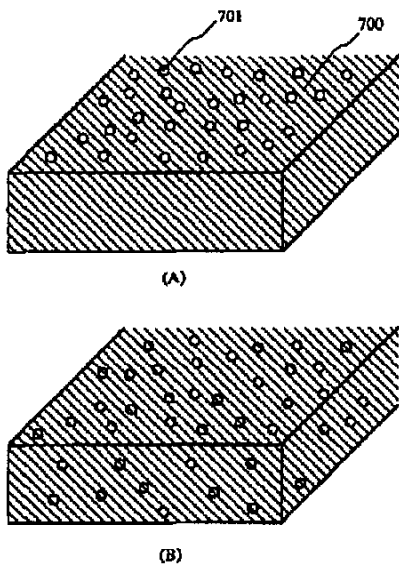
【図3】



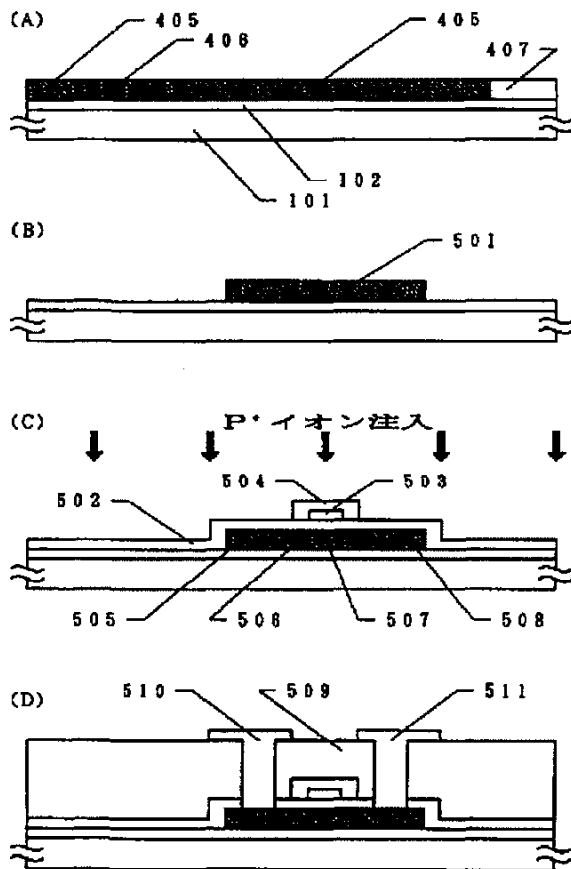
【図4】



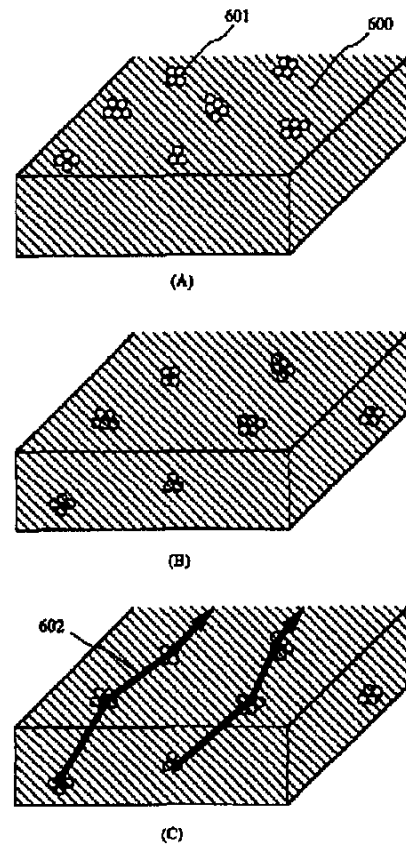
【図7】



【図5】



【図6】



【図 8】

